



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“MANTENIMIENTO DE EQUIPOS EN LA EPOCA ACTUAL”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autores:

Richard Guillermo Lopez Rodriguez

Asesor:

Mg. Willy Roberto Mantilla Correa

Trujillo - Perú

2019

DEDICATORIA

Mi trabajo dedico de manera especial:

A Dios por regalarme cada día la vida, gracias a él he logrado concluir mi carrera profesional.

A Marysol Rodriguez Carranza el amor de mi vida y mi motivación para salir adelante.

A mis padres, hermanos, familiares y amigos quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante, sea perseverante y cumpla con mis objetivos.

Richard Guillermo Lopez Rodriguez

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios por haberme otorgado una familia, los cuales han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo. A todos ellos agradezco el presente trabajo.

Agradezco a mis amigos por permitirme aprender más de la vida a su lado, quienes me brindan su tiempo para orientarme ante alguna dificultad que se me presente y con los cuales siempre mantengo un vínculo de amistad inquebrantable.

Agradezco a mis docentes, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme aprender todos los conocimientos relacionados a mi carrera. Y así pueda ser competitivo y buen profesional.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS... ..	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	10
CAPÍTULO III. RESULTADOS... ..	13
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN.....	23
CONCLUSIONES	24
REFERENCIAS... ..	25
ANEXOS.....	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistematización de artículos	11
Tabla 2. Características de la unidad de análisis respecto al autor y año, especialidad, lugar de procedencia, sector y sociodemográficas	12
Tabla 3. Resumen de fuentes de búsqueda de información.....	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Participación de base de datos	14
Figura 2. Lugar de procedencia de la investigación.....	15
Figura 3. Análisis de criticidad de un equipo.....	20
Figura 4. Elección del modelo de mantenimiento correctivo.....	21
Figura 5. Elección del modelo de mantenimiento programado.....	22

RESUMEN

En la actualidad toda empresa busca satisfacer a sus clientes entregándoles productos y/o servicios que satisfagan sus necesidades, para lograr ello, es fundamental contar con equipos con la mayor disponibilidad y establecer un servicio integral de mantenimiento que sea efectivo, seguro y económico. En base a esto se considera que, la herramienta: "Mantenimiento", es fundamental para poder identificar fallas y mejorar la confiabilidad de los equipos en las empresas de la época actual.

La presente investigación denominada "Mantenimiento de Equipos en la Época Actual" se realizó bajo la metodología de revisión sistemática de literatura científica con base a la adaptación de la metodología Prisma. Primero se buscó recopilar la mayor información posible en revistas científicas y bibliotecas virtuales (libros y textos completos), utilizando palabras claves en páginas oficiales como Redalyc, ProQuest, E-libro, Google académico, Scielo y EBSCO. Luego se descartó las informaciones que eran duplicadas y se seleccionó a las más importantes sobre las cuales se desarrolló este estudio.

Luego de la investigación realizada, se analizó y comparó los resultados alcanzados mediante tablas y gráficos estadísticos, para finalmente discutir y concluir los hallazgos obtenidos.

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento, Fallas, Paradas Imprevistas, Indicadores de Mantenimiento, Plan de Mantenimiento, Actividades de Mantenimiento, Disponibilidad y Tipos de Mantenimiento.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento al igual que otras ramas de la ingeniería, ha evolucionado a gran escala con el paso del tiempo.

Los actuales cambios del mundo industrial han traído nuevas políticas e ideologías que se han adaptado al ritmo de vida de las empresas de clase mundial. Actualmente cualquier empresa que desee enfrentar estos retos debe estar preparada para asimilar los cambios que le imponen el desarrollo. **(Sánchez, 2010)**. Es preciso analizar y procesar la información que nos llega al área de mantenimiento. Misión fundamental para los especialistas que organizan y controlan la gestión del mismo, y buscar la forma más eficiente con el mínimo costo que garantice el desempeño total del mantenimiento y el cumplimiento de la misión y visión de la institución. **(Herrera, 2012)**. Es necesario también tener en cuenta que el éxito del trabajo de mantenimiento no solo depende de la cantidad de recursos o financiamiento que se le asigne al mismo, depende de la capacidad y calidad con que se organice el servicio de mantenimiento. **(Al - Najjar, 2003) (Bevilacqua, 2010)**.

En Cuba, como en el resto de países de Latinoamérica se han encontrado problemas con la gestión de mantenimiento. Según estadísticas y el trabajo del CEIM (Centro de Estudios en Ingeniería de Mantenimiento) las empresas que implantan estos sistemas (por concepto de organización y control) incrementan la disponibilidad de las máquinas en más de un 30% y reducen los gastos en alrededor de un 20%. **(Oficina Nacional de Estadística e Información, 2014)**.

A nivel del país, las empresas se enfocan en producción y calidad pero sin embargo carecen de programas de mantenimiento de las maquinarias y equipos, generando incomodidades por parte de los altos funcionarios de dichas entidades, porque no se avisó que las maquinarias fallan o tienen deficiencia, aun así, si lo supieran no enfatizan en prevenir las fallas porque lo ven como gasto y no como inversión, lamentan cuando la producción es deficiente o cumplen con las entregas en los plazos establecidos. **(Díaz, 2018).**

Todos los equipos necesitan un uso adecuado y mantenimientos permanentes que incrementen la vida útil de los mismos, para así poder cumplir con determinados parámetros que van a llevar a un producto o servicio hacer de calidad.

Por ello buscaremos información teórica sobre el Mantenimiento en equipos en la época actual, los cuales se pueden aplicar en empresas de diferentes sectores. Este estudio servirá como base de conocimientos para realizar nuestra investigación científica y para el público interesado en este tema.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Tipo de Estudio

Se desarrolló una revisión sistemática de literatura científica en base a la declaración Prisma, guía de publicación de la investigación diseñada para mejorar la integridad del informe de revisiones sistemáticas y metaanálisis. (**Panic, Leoncini, De Belvis y otros, 2013**). La pregunta específica para el desarrollo de la presente investigación es: ¿Qué es el mantenimiento como herramienta de ayuda para los equipos en la época actual?

Fundamentación de la metodología

Se define revisión sistemática como un estudio integrativo, observacional, retrospectivo, secundario, en el cual se combinan estudios que examinan la misma pregunta. A su vez, dentro de la revisión sistemática existen dos formas: "cuantitativa o metaanálisis" o "cualitativa u overview". Las diferencias están dadas fundamentalmente por el uso de métodos estadísticos, que permiten la combinación y análisis cuantitativo de los resultados obtenidos en cada estudio. El término metaanálisis fue introducido por Glass en 1976, quien lo definió en los siguientes términos: un análisis estadístico de una amplia serie de análisis de resultados de estudios individuales con el objeto de integrar sus hallazgos. (**Ortiz, 2004**).

Proceso de Recolección de Información

La búsqueda de la información se obtuvo de la base de datos de Scielo, EBSCO, E-Libro, ProQuest, Redalyc y como complemento Google Académico. Los cuales abarcan el tema tratado. Además, las palabras claves utilizadas para la búsqueda de información en estas bases de datos fueron: "Maintenance", "Parada de Equipos", "Disponibilidad de Equipos", "Actividades de Mantenimiento", "Mantenimiento Ventajas y Desventajas", "Tipos de Mantenimiento", "Fallas" e "Indicadores de Mantenimiento".

Cabe tener en cuenta que se realizó una búsqueda sistemática tanto en inglés como en español para poder conocer más a fondo nuestro tema de investigación. A continuación, se detalla las fuentes de búsqueda información:

Tabla 1. Sistematización de artículos.

Año	Nombre de la Publicación	Nombre del Artículo
2018	Revista Departamento de Ingeniería Eléctrica Universidad Ignacio Agramonte Loynaz	Gestión del mantenimiento a interruptores de potencia. Estado del arte
2017	Revista Instituto Cubano de Investigaciones de la Caña de Azúcar	Actualidad mundial de los sistemas de gestión de mantenimiento
2017	Texto completo	Sistema para evaluar la Confiabilidad de los Equipos Críticos en el Sector Industrial
2016	Revista de la escuela de Ingeniería Industrial Universidad de Lima	Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013
2015	Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales- Universidad Rafael Belloso Chacín	Indicadores de gestión de mantenimiento en instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas
2013	Revista Venezolana de Gerencia (RVG)	Gestión de mantenimiento en pymes industriales
2012	Libro virtual	Gestión del Mantenimiento de los Equipos Productivos
2012	Libro virtual	Mantenimiento de sistemas de refrigeración y lubricación de los motores térmicos (UF1215)

2003	Libro virtual	Organización y gestión integral del mantenimiento
------	---------------	---

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Características de la unidad de análisis respecto al autor y año, especialidad de la revista, lugar de procedencia, sector y sociodemográficas

Autores y años de publicación	Especialidad de la revista	Lugar de procedencia	Sector	Sociodemográficas
Ricardo Pérez, Ignacio García y Francisco Ruiz (2018)	Facultad de Ingeniería Informática (ProQuest)	España	Informática	Universidad de investigaciones (proyectos de investigación)
Francisco Cárcel (2016)	Facultad de Ingeniería Industrial (ProQuest)	España	Industrial	Universidad de investigaciones (ciencias trabajos integrales)
Andy Azoy y Manuel Fernández (2016)	Ingeniería Agrícola (EBSCO)	Ecuador	Agrícola	Experiencia en empresa
Karen Contreras, Eglys Irazábal y Arilio Villanueva (2013)	Facultad de Ingeniería Industrial (ProQuest)	Estados Unidos	Industrial	Experiencia en empresa
Edgard Sevilla y Carlos Escobar (2008)	Facultad de Química (Redalyc)	México	Industrial	Experiencia en empresa
Edwin Neto (2008)	Facultad de Ingeniería Industrial (Google académico)	Ecuador	Industrial	Universidad de investigaciones (proporcionar conocimientos generales)
Julio Lima y Sergio Massino (2008)	Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias (Scielo)	Argentina	Agronomía	Experiencia en empresa
Santiago García (2003)	Facultad de Ingeniería Industrial (Google académico)	España	Industrial	Universidad de investigaciones (proporcionar conocimientos generales)

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Criterios de inclusión y de exclusión

Según Varela (2012), en una revisión sistemática se suelen excluir datos por editoriales, opiniones de expertos, comunicaciones a congresos o casos únicos. Respecto a la presente investigación la búsqueda de artículos en la base de datos y motores de búsqueda, luego de la depuración arrojaron un total de 12 artículos de los cuales, por criterios de exclusión, se consideraron 8 correspondientes a los períodos del 2003 a 2018.

3.2. Resultados de la búsqueda

Los 8 artículos seleccionados son originales, provienen de revistas y artículos académicos. Además, fueron publicados en base de datos científicas indexadas, en idioma español e inglés, entre los años 2003 al 2018. A continuación, se presenta la tabla y gráfico, que hace referencia al diseño que se utilizó para la presente revisión sistemática:

Tabla 3. Resumen de Fuentes de búsqueda de Información

Fuentes de búsqueda de Información	Cantidad de participación
Redalyc	1
ProQuest	2
E-libro	1
Google académico	2
Scielo	1
EBSCO	1
Total	8

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3. Resumen de fuentes de búsqueda de información, se observa que, se obtuvo más información de los motores de búsqueda ProQuest y Google académico.

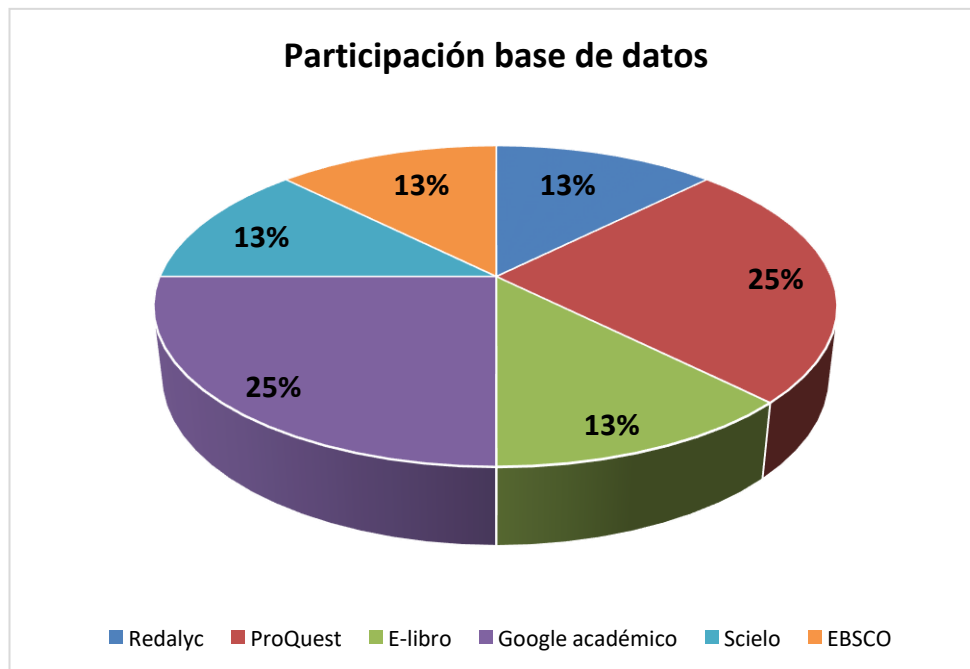


Figura 1: Participación de base de datos

Fuente: Elaboración propia

En la figura 1 se muestra la participación de la base de datos de los últimos 6 años, donde se observa que, en ProQuest y Google académico se obtuvo más información (25% para cada uno). Mientras que, en Redalyc, E-libro, Scielo y EBSCO; se obtuvo menos información (13% para cada uno).

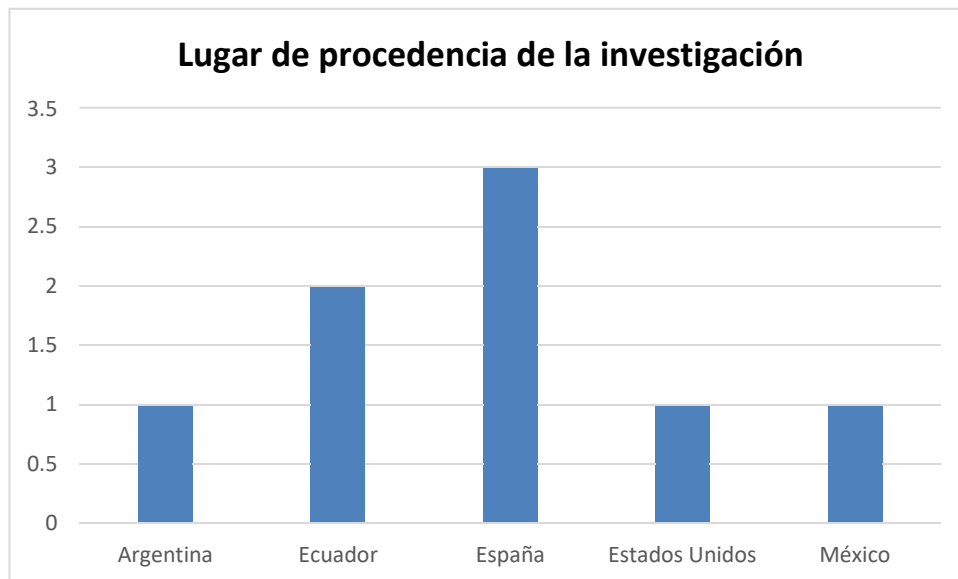


Figura 2: *Lugar de procedencia de la investigación*

Fuente: *Elaboración propia*

En la figura 2 procedencia de la investigación, se obtuvo más datos de España con 3 investigaciones, en Ecuador se obtuvo 2 investigaciones, mientras que, en Argentina, Estados Unidos y México se obtuvo 1 investigación para cada uno respectivamente.

3.3. El mantenimiento

Según **García (2010)**, es el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.

3.4. Tipos de mantenimiento

Tradicionalmente, se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen:

- **Mantenimiento Correctivo:** Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.
- **Mantenimiento Preventivo:** Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicios determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno.
- **Mantenimiento Predictivo:** Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperaturas, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo.
- **Mantenimiento cero horas:** Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programadas antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente, de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva.
- **Mantenimiento en uso:** Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (toma de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

3.5. Los tipos de mantenimiento no son directamente aplicables

Esta división de tipos de mantenimiento presenta el inconveniente de que cada equipo necesita una mezcla de cada uno de esos tipos, de manera que no podemos pensar en aplicar uno solo de ellos a un equipo en particular.

Así, en un motor determinado nos ocuparemos de su lubricación (mantenimiento preventivo), si lo requiere, mediremos sus vibraciones o temperaturas (mantenimiento predictivo), quizás le hagamos una puesta a punto anual (puesta a cero) y repararemos las averías que vayan surgiendo (mantenimiento correctivo). La mezcla más idónea de todos estos tipos de mantenimiento nos la dictarán estrictas razones ligadas al costo de las pérdidas de producción en una parada de ese equipo, al costo de reparación, al impacto ambiental, a la seguridad y a la calidad del producto o servicio.

3.6. Modelos de Mantenimiento

Cada uno de los modelos que se exponen a continuación incluyen dos actividades: inspecciones visuales y lubricación. Esto es así porque está demostrado que la realización de estas dos tareas en cualquier equipo es rentable.

3.6.1. Modelo correctivo: Este modelo es el más básico, e incluye además de las inspecciones visuales y lubricación mencionadas anteriormente, la reparación de averías que surjan. Es aplicable, a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema, ni económico ni técnico. Este modelo realiza las siguientes actividades:

- Inspecciones visuales.
- Lubricación.
- Reparación de averías.

3.62. Modelo programado: Se divide en:

- **Modelo condicional:** Incluye las actividades del modelo anterior, y además, la realización de una serie de pruebas o ensayos que condicionarán una actuación posterior. Si tras las pruebas descubrimos una anomalía, programaremos una intervención; si, por el contrario, todo es correcto, no actuaremos sobre el equipo. Este modelo de mantenimiento es válido en aquellos equipos de poco uso, o equipos que a pesar de ser importantes en el sistema productivo su probabilidad de fallo es baja. Las actividades de este modelo son:
 - Inspecciones visuales.
 - Lubricación.
 - Mantenimiento Condicional.
 - Reparación de averías.
- **Modelo Sistemático:** Este modelo incluye un conjunto de tareas que realizaremos sin importarnos cuál es la condición del equipo; realizaremos, además, algunas mediciones y pruebas para decidir si realizamos otras tareas de mayor envergadura; y, por último, resolveremos las averías que surjan. Este modelo es de gran aplicación en equipos de disponibilidad media., de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos. Ese modelo de mantenimiento involucra las siguientes actividades:
 - Inspecciones visuales.
 - Lubricación.
 - Mantenimiento Sistemático.
 - Mantenimiento Condicional.
 - Reparación de averías.

- **Modelo de Alta Disponibilidad:** Es el modelo más exigente y exhaustivo de todos. Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir unas averías o un mal funcionamiento. Son equipos a los que se exige, además, unos niveles de disponibilidad altísimos, por encima del 90%. Donde la razón de un alto nivel de disponibilidad es, en general, el alto costo en producción que tiene una avería. Este modelo incluye las siguientes actividades:
 - Inspecciones visuales.
 - Lubricación.
 - Reparación de averías.
 - Mantenimiento Condicional.
 - Mantenimiento Sistemático.
 - Puesta a cero periódica, en fecha determinada (Parada).

3.7. Análisis de criticidad

No todos los equipos tienen la misma importancia. Es un hecho que unos equipos son más importantes que otros. Como los recursos de una empresa para mantener un equipo son limitados, debemos destinar la mayor parte de los recursos a los equipos más importantes, dejando una pequeña porción de reparto a los equipos que menos pueden influir en los resultados de una empresa.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consume una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento.

Figura 3: Análisis de criticidad de un equipo.

Fuente: García S. 2010, *Organización y Gestión Integral del Mantenimiento*.

3.8. Selección del modelo de mantenimiento

Al determinar la criticidad del equipo, ya tenemos el primer gran paso para decidir sobre el modelo de mantenimiento a aplicar.

De esta manera, si el equipo resulta Crítico, el modelo de mantenimiento será alguno de los tres que correspondan al Mantenimiento Programado. Si el equipo es Importante, tendremos que estudiar todavía un poco más las consecuencias de una avería.

Por último, si el equipo es Prescindible, ya sabemos que el modelo que le corresponderá será el Modelo Correctivo.

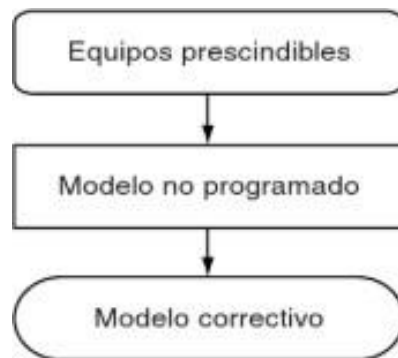


Figura 4: Elección del Modelo de Mantenimiento Correctivo.

Fuente: García S. 2010, *Organización y Gestión Integral del Mantenimiento*.

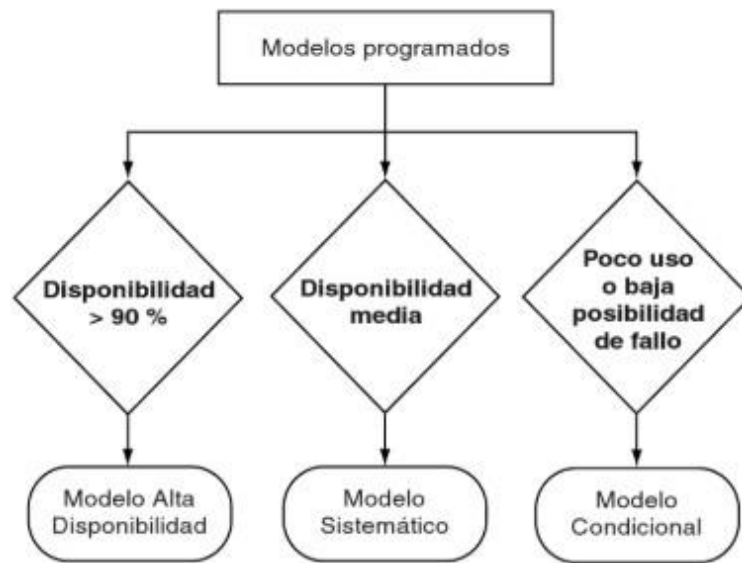


Figura 5: Elección del Modelo de Mantenimiento Programado.

Fuente: García S. 2010, *Organización y Gestión Integral del Mantenimiento*.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

- Dentro del proceso de búsqueda de información se llegaron a obtener 12 artículos, de los cuales 4 fueron excluidos por ser duplicados. Esto quiere decir que solo el 66.66% de la información seleccionada pudo ser aprovechada para desarrollar la presente investigación. En base a esto, coincidimos con (**Varela, 2012**), quien menciona que, se suelen excluir datos por editoriales, opiniones de expertos, comunicaciones a congreso o casos únicos.

CONCLUSIONES

- En relación a la procedencia de las investigaciones teóricas (sistematización de artículos) se encontró bastante información en revistas, textos completos y libros virtuales; relacionada a nuestro tema central "Mantenimiento en Equipos".
- Las características de la unidad de análisis respecto al año, es entre 2003 al 2018, pertenecen en su mayoría a la especialidad de ingeniería industrial, país España, sector Industrial. Así mismo las características sociodemográficas de la unidad de análisis, indican que las informaciones obtenidas provienen en gran parte de universidades de investigación.
- La búsqueda de información en las fuentes consultadas, provienen en su mayoría de ProQuest y Google académico (25% cada una), mientras que se obtuvo información en minoría de Redalyc, E-libro, Scielo y EBSCO (13% para cada una).
- Finalmente, concluimos diciendo que, es importante el mantenimiento en los equipos para mantenerlos disponibles, puedan cumplir con los programas de producción y se alargue su vida útil.

REFERENCIAS

- Solis G. (2018). Huacho - Perú. Gestión de Mantenimiento Preventivo y Confiabilidad en la máquina cerradora de cuatro cabezales de la línea de enlatados de pollos empresa Agroindustria Supe S.A Barranca, 2018
- Herrera M. y Duany Y. (2016). La Habana - Cuba. Metodología e Implementación de un Programa de Gestión de Mantenimiento. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000100002
- Panic N., Leoncini E., De Belvis G. y otros (2013). Reino Unido. Evaluación de la aprobación de los elementos de informes preferidos para las revisiones sistemáticas y la declaración de metaanálisis (Prisma). Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-clinica-2-articulo-la-extension-declaracion-prisma-revisiones-S0025775316001512>
- Ortiz Z. (2004). ¿Qué son las revisiones sistemáticas?. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99572005000100009
- Varela L. (2012). Galicia - España. Introducción a las revisiones sistemáticas. Recuperado de: <https://www.sergas.es/Docs/Profesional/PlataformaInnovacion/ItinerarioInvestigacion/material/M1%20-%208%20LV.pdf> , y, de: https://www.youtube.com/watch?v=x-ZXLb4L_1A
- García S. (2010). Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. Recuperado de: https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=PUovBdLi-oMC&oi=fnd&pg=PR13&dq=tipos+de+mantenimiento&ots=UeFeWrpFWr&sig=DqAwv9c5-yOzAp4V_kGUtJWdtbA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true

ANEXOS

Mantenimiento de equipos: máquinas industriales, maquinaria pesada y volquetes

